

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Deutsche Kl.: 21 a4. 10

(52)

Behördeneigentum

(10)

Offenlegungsschrift 1806124

(11)

Aktenzeichen: P 18 06 124.0

(21)

Anmeldetag: 30. Oktober 1968

(22)

Offenlegungstag: 16. Oktober 1969

(43)

Ausstellungsriorität: —

(30)

Unionspriorität

(32)

Datum: 31. 10. '67 31. 10. '67 31. 10. '67 31. 10. '67 31. 10. '67 31. 10. '67

(33)

Land: Japan

(31)

Aktenzeichen: 70763-67 70764-67 70765-67 70766-67 70767-67 70768-67

(54)

Bezeichnung: Piezoelektrischer Wandler

(61)

Zusatz zu: —

(62)

Ausscheidung aus: —

(71)

Anmelder: Matsushita Electric Industrial Co., Ltd., Osaka (Japan)

Vertreter: Leinweber, Dipl.-Ing.; Zimmermann, Dipl.-Ing.; Patentanwälte,
8000 München

(72)

Als Erfinder benannt: Moriki, Juichi, Nishinomiya; Shiosaki, Masaharu, Ibaragi (Japan)

Benachrichtigung gemäß Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 d. Ges. v. 4. 9. 1967 (BGBl. I S. 960): —
Prüfungsantrag gemäß § 28b PatG ist gestellt

DT 1806124

COPY

⊕ 10.69 909 842/968

6/80

1806124

Patentanwälte
Dipl.-Ing. Leinweber
Dipl.-Ing. Zimmermann
München 2, Rosental 7
Tel. 261989

19. 6. 1983

MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.
Osaka/Japan

Piezoelektrischer Wandler

Die Erfindung bezieht sich auf einen piezoelektrischen Wandler und insbesondere auf einen solchen piezoelektrischen Wandler, bei dem zwischen einem Treiberteil und einem Leistungsabgabeteil ein mittlerer Bereich vorgesehen ist.

Die Erfindung hat zur Hauptaufgabe, einen aus einem piezoelektrischen Material wie beispielsweise Bariumtitanat, PZT-Keramik, PCM-Keramik oder dergleichen bestehenden piezoelektrischen Wandler zu schaffen, der durch polarisationsbedingte mechanische Kräfte nicht zerstört werden kann.

Weitere Ziele, Merkmale und Vorteile der Erfindung gehen aus dem Zusammenhang der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen in Verbindung mit den beigegebenen Zeichnungen hervor. In den Zeichnungen zeigen:

Figur 1 eine schematisierte perspektivische Darstellung eines bekannten piezoelektrischen Wandlers;

Figur 2 eine Darstellung zur Erläuterung eines ersten Prinzips der Erfindung;

Figuren

COPY

809842/0968

Figuren 3 und 4 schematisierte perspektivische Darstellungen, in denen jeweils ein piezoelektrischer Wandler wiedergegeben ist, der in seinem Aufbau dem ersten Prinzip der Erfindung entspricht;

Figur 5 eine Darstellung zur Erläuterung eines zweiten Prinzips der Erfindung; und

Figuren 6 und 7 schematisierte perspektivische Darstellungen, in denen piezoelektrische Wandler wiedergegeben sind, die in ihrem Aufbau dem zweiten Prinzip der Erfindung entsprechen.

Zum besseren Verständnis der Erfindung soll zunächst unter Bezugnahme auf Figur 1 auf den Aufbau eines bekannten piezoelektrischen Wandlers näher eingegangen werden, bei dem ein als Parallelepiped ausgebildeter, rechteckiger, aus einem piezoelektrischen Material bestehender, stabartiger Körper A vorgesehen ist, dessen in der Betrachtungsrichtung der Figur linke Hälfte 1 als Treiberteil dient, an dem an der oberen beziehungsweise an der unteren Fläche eine Eingangselektrode 2 und eine Ausgangselektrode 3 vorgesehen sind. Die in der Betrachtungsrichtung rechte Hälfte 4 des aus einem piezoelektrischen Material bestehenden Körpers A dient als Leistungsabgabeteil, an dessen in der Betrachtungsrichtung rechten Endfläche eine Ausgangselektrode 5 vorgesehen ist, wobei der stabartige Körper A aus Bariumtitanat, PZT-Keramik, PCM-Keramik oder dergleichen bestehen kann. Zur Erzielung der Wirkweise eines Wandlers unter Ausnutzung der elektrostriktiven Wirkung oder des piezoelektrischen Effekts wird das Treiberteil 1 in der Stärkenrichtung polarisiert, wie dies durch einen Pfeil P angedeutet ist, während das Leistungsabgabeteil 4 in der Längsrichtung polarisiert wird, was durch einen Pfeil P' verdeutlicht ist.

Eine allgemeine Methode zu einem solchen Polarisieren eines piezoelektrischen Wandlers besteht darin, die Eingangsanschlüsse 2 und 3 kurz zu schließen, zwischen den beiden kurzgeschlossenen Eingangselektroden 2 und 3 einerseits und der Ausgangselektrode 5 andererseits zum Polarisieren des Leistungsabgabeteils in der Längsrichtung ein Gleichstromfeld anzulegen, hierauf die Verbindung zwischen den Eingangsanschlüssen 2 und 3 zu lösen und zwischen diesen zum Polarisieren des Treiberteils 1 in der Stärkenrichtung

909842/0968

1806124

- 3 -

richtung ebenfalls ein Gleichstromfeld anzulegen. Die beiden Polarisationsrichtungen stoßen also an der Grenzebene zwischen dem Treiberteil 1 und dem Leistungsabgabeteil 4 senkrecht aufeinander.

Nun ist es eine wohlbekannte Tatsache, daß ein piezoelektrisches Material die Eigenschaft besitzt, sich in der Polarisationsrichtung auszudehnen und sich in einer Richtung senkrecht zur Polarisationsrichtung zusammenzuziehen. Bei dem in Figur 1 dargestellten piezoelektrischen Wandler ist daher das Treiberteil 1 an einer Stelle nahe der Grenzebene in der durch den Pfeil S verdeutlichten Weise der Einwirkung einer nach außen gerichteten Belastungskraft ausgesetzt, während auf das Leistungsabgabeteil 4 an einer Stelle nahe der Grenzebene eine einwärtsgerichtete, durch einen Pfeil S' angedeutete Belastungskraft einwirkt, so daß es an diesen Stellen zu einer Scherspannungskonzentration kommt, durch welche die mechanische Festigkeit im Bereich der Grenzebene beeinträchtigt wird. Die betriebliche Zuverlässigkeit der bekannten Vorrichtung ist daher recht gering, insofern sich nämlich sehr häufig beim Polarisieren oder im Betrieb Zerstörungserscheinungen bemerkbar machen. Erschwerend kommt noch hinzu, daß diese Zerstörungserscheinungen um so ausgeprägter sind, je intensiver die Polarisation vorgenommen wird.

Durch die Erfindung sollen die vorbezeichneten Mängel des bekannten piezoelektrischen Wandlers ausgeschaltet werden. Figur 2 dient der Erläuterung eines ersten Prinzips der Erfindung, demzufolge zwischen der in der Betrachtungsrichtung linken Hälfte eines als Parallelepiped ausgebildeten, aus einem piezoelektrischen Material bestehenden Körpers B, die als Treiberteil 6 dient, und der als Leistungsabgabeteil 7 dienenden rechten Hälfte dieses Körpers ein Zwischenbereich 8 vorgesehen ist, der nicht oder allenfalls nur geringfügig polarisiert ist.

In der Darstellung der Figur 2 bezeichnen die Richtung und die Länge eines Pfeils jeweils die Polarisationsrichtung beziehungsweise den Polarisationsgrad. Das Treiberteil 6 ist also in der Stärkenrichtung polarisiert und der Polarisationsgrad nimmt in Richtung der Zwischenfläche 8 ab. Durch diese Vorkehrung kann die vorwähnte, in örtlicher Konzentration in der Nähe der Grenzebene auftretende

909842 / 0968

tretende Scherbeanspruchung verringert werden, so daß die mechanische Festigkeit des Treiberteils 6 und des Leistungsabgabeteils 7 im Bereich der Grenzebene nicht mehr beeinträchtigt wird. Die Wahrscheinlichkeit, daß es beim Polarisieren oder im Betrieb zu einer Zerstörung kommen könnte, ist damit also stark herabgesetzt, wodurch eine sehr hohe betriebliche Zuverlässigkeit gewährleistet wird. Die Bezugszahlen 9 und 10 bezeichnen jeweils Eingangselektroden, während mit der Bezugszahl 11 eine Ausgangselektrode bezeichnet ist.

Die Ausbildung einer solchen Zwischenfläche 8 kann nach verschiedenen Methoden erfolgen, von denen einige nachstehend näher erläutert werden sollen.

Hierzu sei zunächst auf Figur 3 Bezug genommen, aus der zu ersehen ist, daß an der Oberseite und an der Unterseite des Treiberteils 6 in einem vorbestimmten Abstand von den dem Leistungsabgabeteil 7 zugekehrten Seitenenden der Eingangselektroden 9 und 10 Polarisationselektroden 12 und 13 vorgesehen sind. Das Leistungsabgabeteil 7 wird in der Längsrichtung polarisiert, indem zwischen den Elektroden 12 und 13 einerseits und der Ausgangselektrode 11 andererseits ein Gleichstromfeld angelegt wird, wobei die Elektroden 12 und 13 kurzgeschlossen sind. Anschließend wird dann das Treiberteil 6 in der Stärkenrichtung dadurch polarisiert, daß zwischen den Elektroden 9 und 10 ein Gleichstromfeld angelegt wird. In dieser Weise kann ein Zwischenbereich 8 gebildet werden, der nicht oder nur geringfügig polarisiert ist. Damit kann also im wesentlichen der in Figur 2 dargestellte Zustand praktisch verwirklicht werden.

Eine weitere Polarisationsmethode, bei der ein solcher Zwischenbereich 8 ausgebildet wird, soll anhand der Figur 4 beschrieben werden.

Nach dieser Methode wird nahe der Grenzebene zwischen dem Treiberteil 6 und dem Leistungsabgabeteil 7 eine ringartige Elektrode 14 angeordnet, die sich um den aus einem piezoelektrischen Material bestehenden Körper herum erstreckt. Das Leistungsabgabeteil 7 wird durch Anlegen eines Gleichstromfeldes zwischen der ringartigen Elektrode 14 und der an der Endfläche des Leistungsab-

gabeteils

909842 / 0968

1806124

gabeteils 7 vorgesehenen Ausgangselektrode 11 in der Längsrichtung polarisiert. Hierauf wird das Treiberteil 6 in der Stärkenrichtung polarisiert, indem zwischen den Eingangselektroden 9 und 10 ein Gleichstromfeld angelegt wird, die an der Oberseite beziehungsweise an der Unterseite des Treiberteils 6 vorgesehen sind. In dieser Weise kann ebenfalls ein Zwischenbereich ausgebildet werden, der nicht oder allenfalls geringfügig polarisiert ist. Auch hierdurch wird also im wesentlichen der in Figur 2 dargestellte Zustand erreicht.

Gegenüber der unter Bezugnahme auf Figur 3 beschriebenen Methode ist diese Methode allerdings insofern nachteilig, als sie mit einem erhöhten Arbeitsaufwand verbunden ist, da in diesem Fall auch die Seitenflächen des piezoelektrischen Wandlers mit dem Elektrodenmaterial bedeckt werden müssen, doch ist sie für piezoelektrische Wandler von größerer Stärke zweckmäßig, da hierbei eine größere Vollkommenheit in der Ausbildung des Zwischenbereichs möglich ist.

Figur 5 dient der Erläuterung des zweiten Prinzips der Erfindung, das gleichfalls darauf abzielt, dem Auftreten von Zerstörungsscheinungen in der Nähe der Grenzebene zwischen dem Treiberteil und dem Leistungsabgabeteil des piezoelektrischen Wandlers vorzubeugen. In Figur 5 sind die Polarisationsrichtungen mit Pfeilen bezeichnet. Hieran ist zu ersehen, daß das Treiberteil 6 in der Stärkenrichtung polarisiert ist, worauf die Polarisationsrichtung in der Nähe des Zwischenbereichs 8 allmählich immer mehr in die Längsrichtung der Anordnung überleitet, während sich jenseits des Zwischenbereiches die Polarisationsrichtung gänzlich mit der Längsrichtung deckt. Diese Beschaffenheit ist geeignet, der vorwähnten, örtlich auftretenden Scherspannungskonzentration in der Nähe der Grenzebene entgegenzuwirken, so daß die mechanische Festigkeit des Treiberteils 6 und des Leistungsabgabeteils 7 im Bereich der Grenzebene nicht beeinträchtigt wird. Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Zerstörungsscheinungen beim Polarisieren oder im Betrieb der Vorrichtung wird also stark verringert, so daß eine hohe betriebliche Zuverlässigkeit gewährleistet ist.

Zum Herbeiführen einer in der Nähe der Grenzebene zwi-
schen

909842 / 0968

schen dem Treiberteil 6 und dem Leistungsabgabeteil 7 allmählich fortschreitende Änderung der Polarisationsrichtung kann man sich verschiedener Methoden bedienen. Figur 6 dient der Erläuterung eines Beispiels für eine solche Methode.

Bei dem in Figur 6 dargestellten piezoelektrischen Wandler unterscheidet sich die Eingangselektrode 10 hinsichtlich ihrer Längenerstreckung in kennzeichnender Weise von der Eingangselektrode 12. Wird ein solcher piezoelektrischer Wandler in der gleichen Weise einem Polarisationsvorgang unterworfen, wie dies im obigen anhand der Figur 1 beschrieben wurde, so kann im wesentlichen der in Figur 5 dargestellte Zustand herbeigeführt werden.

In Figur 7 ist ein piezoelektrischer Wandler dargestellt, bei dem an dem dem Leistungsabgabeteil 7 zugekehrten Seitenende der längeren Elektrode 12 in einstückiger Ausbildung mit dieser eine dritte Eingangselektrode 13 vorgesehen ist, die gänzlich um den aus einem piezoelektrischen Material bestehenden Körper herumgeführt ist. Es wird zunächst das Leistungsabgabeteil 7 durch Anlegen eines Gleichstromfeldes zwischen der Eingangselektrode 12 und der Ausgangselektrode 11 in der Längsrichtung polarisiert, und hierauf wird das Treiberteil 6 in der Stärkenrichtung polarisiert, indem man zwischen den Eingangselektroden 10 und 12 ein Gleichstromfeld anlegt. Auch in dieser Weise kann im wesentlichen der in Figur 5 verdeutlichte Zustand erreicht werden.

Wie im obigen erläutert wurde, kann die Neigung zu einer Konzentration deformierend wirkender Kräfte, die in der Nähe der Grenzebene zwischen dem Treiberteil und dem Leistungsabgabeteil aufzutreten pflegen, im Rahmen der Erfindung weitgehend verringert werden, so daß die betriebliche Zuverlässigkeit eines piezoelektrischen Wandlers hierdurch in bemerkenswerter Weise erhöht wird. Der durch die Erfindung geschaffene piezoelektrische Wandler kann somit in wirksamer Weise als Transformator eingesetzt werden, der insbesondere für einen Betrieb mit großer Amplitude geeignet ist, so beispielsweise als Hochspannungstransformator für Fernsehzwecke.

Patentansprüche

909842/0968

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Piezoelektrischer Wandler mit einem als Parallelepiped ausgebildeten, aus einem piezoelektrischen Material wie Bariumtitanat, PZT-Keramik, PCM-Keramik oder dergleichen bestehenden Körper, einem durch die eine Hälfte dieses Körpers gebildeten und an der oberen sowie an der unteren Seite voneinander gesonderte Eingangselektroden aufweisenden Treiberteil und einem durch die andere Hälfte dieses Körpers gebildeten, an der entgegengesetzten Endfläche eine Ausgangselektrode aufweisenden Leistungsabgabeteil, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verhinderung des Auftretens von zum Zerstören des Körpers (B) hinreichenden mechanischen Kräften in dem Grenzbereich zwischen dem Treiberteil (6) und dem Leistungsabgabeteil (7) ein Zwischenbereich (8) vorgesehen ist, der sich hinsichtlich seines Polarisationszustandes von dem Treiberteil (6) und von dem Leistungsabgabeteil (7) unterscheidet.
2. Piezoelektrischer Wandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei dem Zwischenbereich (8) um einen Bereich handelt, der nicht oder nur geringfügig polarisiert ist.
3. Piezoelektrischer Wandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Zwischenbereich (8) ein allmäßlicher Übergang der Polarisationsrichtung von der Polarisationsrichtung im Treiberteil (6) zu der Polarisationsrichtung im Leistungsabgabeteil (7) vorgesehen ist.
4. Piezoelektrischer Wandler nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ausbildung eines nicht polarisierten oder nur geringfügig polarisierten Zwischenbereichs (8) im Grenzbereich zwischen dem Treiberteil (6) und dem Leistungsabgabeteil (7) an der oberen und an der unteren Fläche des Leistungsabgabeteils (7) in einem vorbestimmten Abstand von den dem Leistungsabgabeteil (7) zugekehrten Seitenenden der Eingangselektroden (9, 10) zusätzlich voneinander gesonderte Elektroden (12, 13) vorgesehen sind, wobei das Leistungsabgabeteil (7) durch Anlegen eines Gleichstromfeldes zwischen den hierbei kurzgeschlossenen gesonderten Elektroden (12, 13) und der Ausgangselektrode (11) in der Längsrichtung polarisierbar ist und wobei das Treiberteil (6) durch Anlegen eines Gleichstromfeldes zwischen den Eingangselektroden (9, 10) in der Stärkenrichtung polarisierbar

909842 / 0968

larisierbar ist.

5. Piezoelektrischer Wandler nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ausbildung eines nicht polarisierten oder nur geringfügig polarisierten Zwischenbereichs (8) im Grenzbereich zwischen dem Treiberteil (6) und dem Leistungsabgabeteil (7) in einem vorbestimmten Abstand von den dem Leistungsabgabeteil (7) zugekehrten Seitenenden der Eingangselektroden (9, 10) zusätzlich eine ringartige, um das Leistungsabgabeteil (7) gänzlich herumgeführte Elektrode (14) vorgesehen ist, wobei das Leistungsabgabeteil (7) durch Anlegen eines Gleichstromfeldes zwischen der ringartigen Elektrode (14) und der Ausgangselektrode (11) in der Längsrichtung polarisierbar ist und wobei das Treiberteil (6) durch Anlegen eines Gleichstromfeldes zwischen den Eingangselektroden (9, 10) in der Stärkenrichtung polarisierbar ist.
6. Piezoelektrischer Wandler nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ausbildung eines Zwischenbereichs (8) mit einem allmählichen Übergang der Polarisationsrichtung von der Polarisationsrichtung im Treiberteil (6) zur Polarisationsrichtung im Leistungsabgabeteil (7) im Grenzbereich zwischen dem Treiberteil (6) und dem Leistungsabgabeteil (7) die beiden Eingangselektroden (10, 12) mit einer unterschiedlichen Längenerstreckung in Richtung des Leistungsabgabeteils (7) ausgebildet sind und eine Anordnung der beiden Eingangselektroden (10, 12) vorgesehen ist, bei der sich diese in dem Grenzbereich zwischen dem Treiberteil (6) und dem Leistungsabgabeteil (7) nicht in einer Deckungsstellung befinden, wobei das Leistungsabgabeteil (7) durch Anlegen eines Gleichstromfeldes zwischen den hierbei kurzgeschlossenen Eingangselektroden (10, 12) und der Ausgangselektrode (11) in der Längsrichtung polarisierbar ist und wobei das Treiberteil (6) durch Anlegen eines Gleichstromfeldes zwischen den Eingangselektroden (10, 12) in der Stärkenrichtung polarisierbar ist.
7. Piezoelektrischer Wandler nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ausbildung eines Zwischenbereichs (8) mit einem allmählichen Übergang der Polarisationsrichtung von der Polarisationsrichtung im Treiberteil (6) zur Polarisationsrichtung im Leistungsabgabeteil (7) im Grenzbereich zwischen dem Treiberteil (6) und dem Leistungsabgabeteil

909842 / 0968

1806124

- 9 -

Leistungsabgabeteil (7) die beiden Eingangselektroden (10, 12) mit einer unterschiedlichen Längenerstreckung in Richtung des Leistungsabgabeteils (7) ausgebildet sind, eine Anordnung der beiden Eingangselektroden (10, 12) vorgesehen ist, bei der sich diese in dem Grenzbereich zwischen dem Treiberteil (6) und dem Leistungsabgabeteil (7) nicht in einer Deckungsstellung befinden, und an derjenigen der Eingangselektroden (10, 12), die sich weiter in Richtung des Leistungsabgabeteils (7) erstreckt, ein ringartiges, um das Leistungsabgabeteil (7) gänzlich herumgeführtes Elektrodenteil (13) vorgesehen ist, wobei das Leistungsabgabeteil (7) durch Anlegen eines Gleichstromfeldes zwischen dem ringartigen Elektrodenteil (13) und der Ausgangselektrode (11) in der Längsrichtung polarisierbar ist und wobei das Treiberteil (6) durch Anlegen eines Gleichstromfeldes zwischen den Eingangselektroden (10, 12) in der Stärkenrichtung polarisierbar ist.

909842/0968

-10-

Leerseite

21a4 10 18 06 12⁴

O.T: 16.10.1969

- 11 -

1806124

FIG. 1

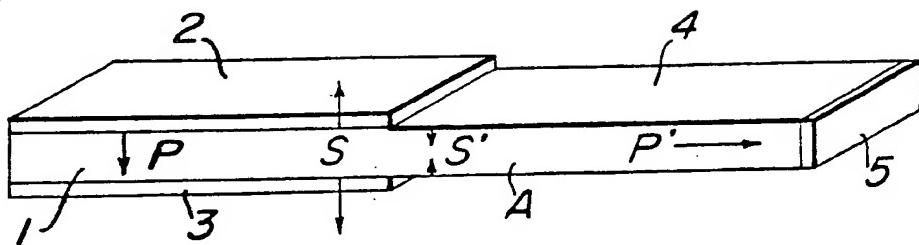


FIG. 2

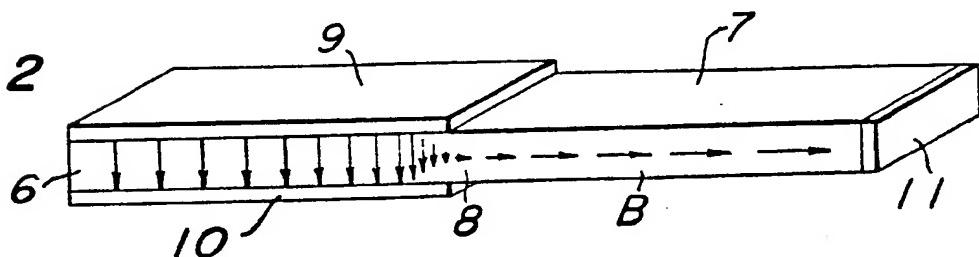


FIG. 3

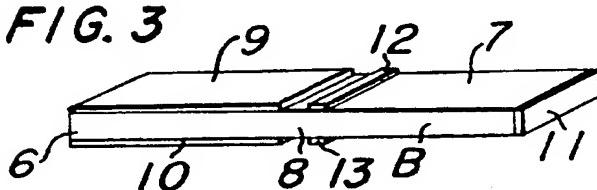


FIG. 4

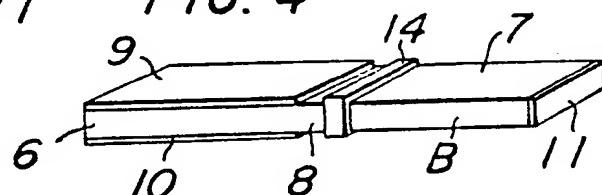


FIG. 5

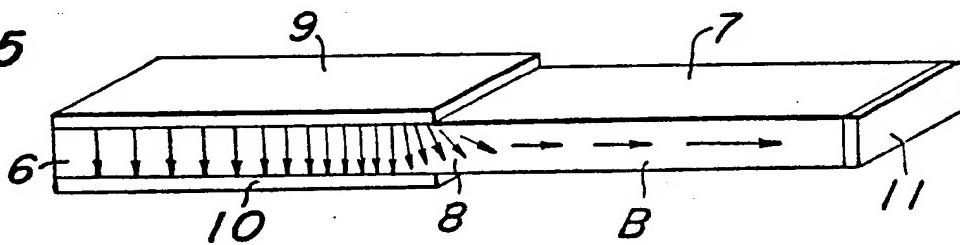


FIG. 6

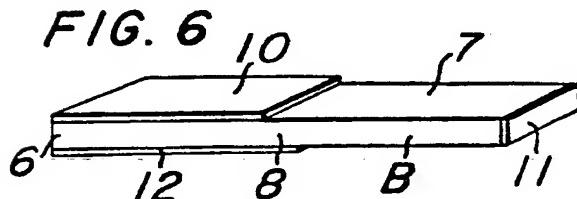
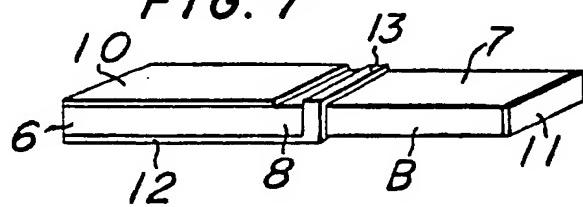


FIG. 7



909842/0968

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)